广州白云机场二号航站楼及配套设施项目BIM应用技术重点

杨远丰　许志坚　饶嘉谊　冼聪健　许继元

（广东省建筑设计研究院，广州　510010）

【摘　要】广州白云国际机场扩建工程作为超大型公共交通枢纽建筑，单体建筑面积达68万m^2，涉及20多个专业，各种专业设备错综复杂，对于BIM技术的应用实施是一次高难度的挑战。本项目通过多种技术手段克服困难，将BIM作为工程项目管理和技术手段，覆盖设计与施工组织管理的各个环节，包括协同设计、管线综合优化、深化设计、施工组织、进度管理、成本控制、质量监控等，保证了项目的成功实施，提高了工程建设质量和项目综合管理水平，实现项目全生命周期内的技术和经济指标最优化。

【关键词】BIM；Revit；协同设计；项目管理
【中图分类号】TU17　　【文献标识码】A　　【文章编号】1674－7461(2017)02－0001－07
【DOI】10.16670/j.cnki.cn11－5823/tu.2017.02.01

1　工程概况

1.1　项目简介

广州白云国际机场扩建工程项目为超大型公共交通枢纽建筑，整体效果图如图1，以建设满足2020年旅客吞吐量4 00万人次的使用需求为目标，用地面积约122.5万m^2。扩建工程主体二号航站楼如图2所示，总建筑面积约68万m^2，建筑总高度43.5m，建筑层数地上4层，局部地下1层，结构形式采用大跨度钢筋混凝土框架结构和大跨度网架结构。项目还包括航站楼下部的地铁、城轨、下穿隧道段的建设和管理。在本项目的建设过程中，BIM技术的运用覆盖设计与施工组织管理的各个环节。



图1　白云机场整体效果

【作者简介】杨远丰(1978－)，男，广东省建筑设计研究院副总工程师，中国图学学会建筑信息模型专业委员会委员，广东省BIM技术联盟副理事长、专家委员。从2006年开始对BIM技术进行深入研究与应用实践，对BIM技术从设计到施工的应用做了大量研究与开发。主持多项大中型BIM设计项目与专项服务项目，多次获得全国及省级专项奖项。著有《ArchiCAD施工图技术》一书，参编《Revit与Navisworks实用疑难200问》、《BIM应用·设计》、《BIM结构设计方法与应用》等著作，发表十多篇相关论文。



图 2　二号航站楼效果

1.2　工程特点和难点

1.2.1　工程体量巨大，设计专业数量众多，协调规划难度大

在目前的软硬件技术条件下，单体 68 万 m^2 样的体量对各种 BIM 软件平台都是一个挑战（图 3），同时项目包含众多专业系统（图 4），这些系统可能由多种软件建模而成，如行李系统、钢结构等系统均采用不同格式，多种格式的模型如何兼容、如何定位、如何更新，都需要提前做好详尽的规划。



图 3　二号航站楼整体 BIM 模型

1.2.2　专业多、接口多，碰撞多

本项目是一个大型复杂交通枢纽项目，涉及民航、地铁、城轨、市政和民用建筑等诸多专业，各种专业设备错综复杂。只有通过 3D 虚拟、碰撞检查，才能提前快速预见问题，整体控制项目实施风险。

1.2.3　施工单位众多，现场协调规划复杂，平面布置优化调整工作量巨大

二号航站楼涉及的专业分包单位众多，包括钢结构、屋面、幕墙、机电安装、装修、消防、行李系统、电梯等 100 多家，从场地布置、界面协调、工序穿插等各个方面来说管理协调工作难度都很大。同时整个扩建工程中的其他项目，如交通中心、外围站坪等也在同期施工，对工程管理也造成一定的难度。

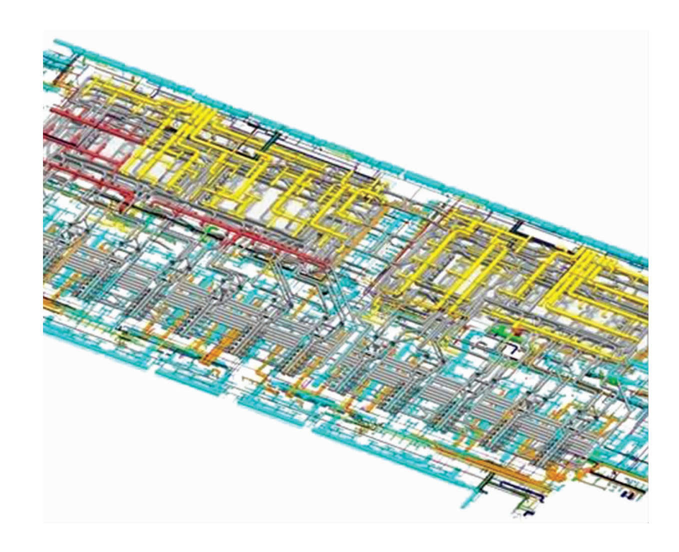


图 4　包含众多专业系统的 BIM 模型局部

1.2.4　工期紧张，工序繁多，通过优化工序及顺序是保证进度的重要环节

如何通过 BIM 技术合理优化众多工序，界定工作界面，是本项目应用的一个难点。

2　BIM 组织与应用环境

2.1　BIM 应用目标

本项目 BIM 应用目标为：作为工程项目管理和技术手段，解决在设计和施工过程中的方案可视

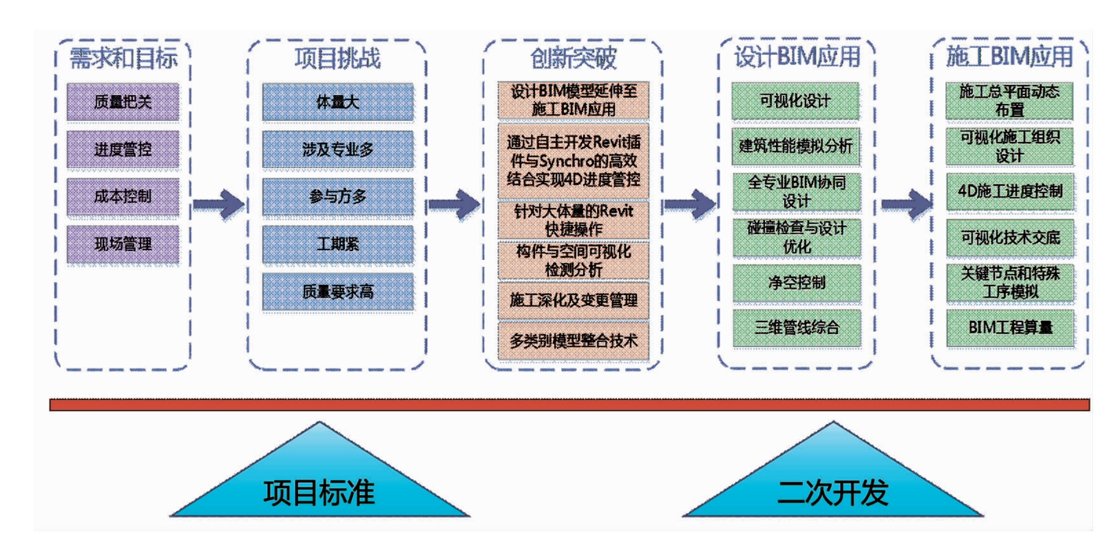


图 5 BIM 应用技术路线

化、设计成果优化、技术交底与会商、参与方协同管理、综合管控(进度、质量、安全、成本)、变更管理以及信息共享传递等诸多方面的问题并收获实效,提高工程建设质量和项目综合管理水平。

2.2 技术路线

针对本项目的特性和挑战,团队做出一系列的创新突破,使本项目的 BIM 应用从设计阶段顺利过渡到施工阶段,实现既定目标。总体技术路线如图 5 所示,其中项目 BIM 标准、二次开发是支撑起整个技术路线的两大支点。

2.3 团队组织

为实现上述目标,本项目的设计方广东省建筑设计研究院、施工总包方广东省建筑工程集团有限公司均组织了专项 BIM 团队,一起相互协作,融为一体,将设计 BIM 模型转换为施工 BIM 模型,在施工现场应用 BIM 技术辅助各方协调,实施各阶段的各个应用方向。业主方广东省机场管理集团有限公司工程建设指挥部也专门组建 BIM 团队,从业主角度出发,对 BIM 的实施过程进行策划、管理与验收。

2.4 BIM 软件配置

本项目的 BIM 软件以 Autodesk Revit 2014 作为主要的 BIM 建模软件平台,以 Tekla 作为钢结构深化建模软件,以 Autodesk Navisworks Manage 2014 作为模型整合与浏览软件,以 Synchro 4.0 作为主要的 4D 模拟软件,此外还有 AutoCAD、Project 等配套的软件。BIM 团队在 Revit 平台上作了大量的二次开发,以应对项目的各种需求与挑战。

3 设计阶段 BIM 应用

3.1 建筑性能模拟分析与绿色优化

BIM 技术结合专业的分析软件进行建筑性能模拟分析与优化,避免了重复建立模型和采集系统参数。通过结合 BIM 技术对二号航站楼进行冷热负荷、采光、通风、能源消耗、人流分析等方面的建筑性能模拟评估,实现可持续设计。

3.2 碰撞检查及设计优化

机场航站楼体系复杂,除常规的设计专业外,还有轨道交通、设备管廊等专业接口,以及行李系统、自动步道、值机岛等特殊的工艺子项,因此极易发生冲突与碰撞。通过 BIM 碰撞检测的技术手段,逐步检测并消除专业间的碰撞。图 6 所示为碰撞检查报告示例,图 7 则为行李系统及其支撑体系与设备管线之间的碰撞检查与协调示例。

3.3 管线综合与净高控制

机场航站楼的设备管线系统繁多、布局复杂、技术难度大,因此对管线综合设计的要求极高(图 8)。按照业主要求,设计师制定了各区域的净高控制图,BIM 团队据此进行精细化的三维管线综合排布,并通过插件对净高进行分颜色校核(图 9)。

4 施工阶段 BIM 应用

4.1 可视化施工组织与施工总平面动态布置

作为超大型建设项目,施工组织可以说错综复杂、千头万绪。如图 10 所示,在设计模型的基础上

土木建筑工程信息技术
Journal of Information Technology in Civil Engineering and Architecture

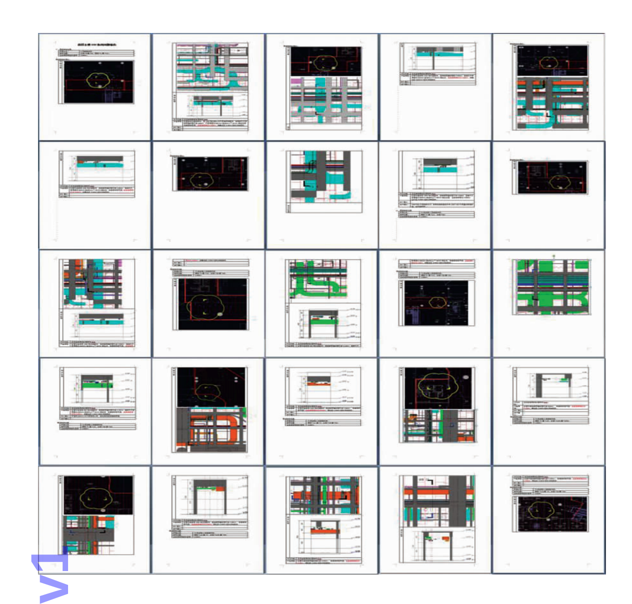


图 6 碰撞检查报告

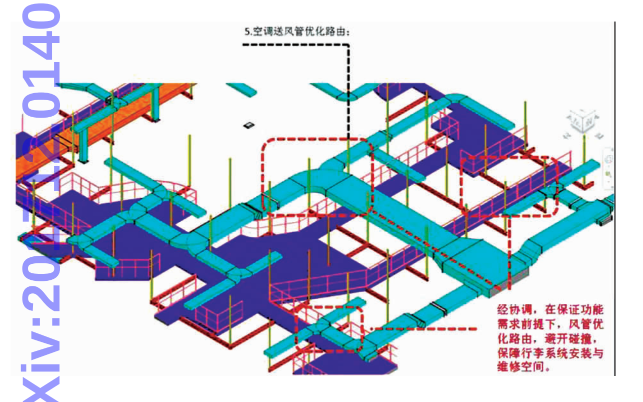


图 7 行李系统与管线的协调优化



图 8 管线综合模型局部



图 9 可视化净高校核

建立各阶段、各工况的施工平面布置模型，并赋予各临时场地的使用时间节点，为现场平面管理提供直观形象的依据。

针对项目参建施工单位众多、交叉作业繁杂、区域管理责任变动多、界定困难等情况，通过 BIM 模型划分各施工空间的责任单位，并根据工况变化制定阶段性管理网格立体网络，结合实际施工进展及时调整完善，明确界定各参建单位的管理范围和责任，推动了工程科学管理，取得了良好的效果(图 11)。

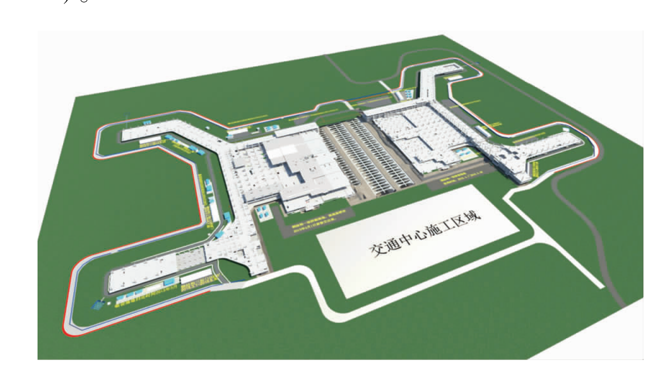


图 10 动态变化的总平布置

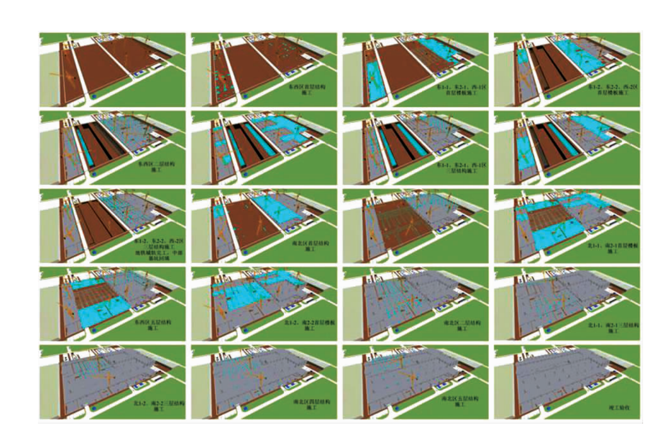


图 11 可视化施工组织

4.3 4D 施工进度管控

为精细化控制施工进度，应用 Synchro 软件将施工进度计划与 BIM 模型相连接，形成 4D 的施工模拟，同时将人员及物料安排信息与任务相关联(图 12)。项目团队据此分析施工计划的可行性与科学性，并每个月记录实际进度，与计划进行对比(图 13)，及时纠正进度偏差。4D 施工模拟相较于传统计划方式，有直观可视化、多子项整合、界面划分清晰、可对比优化等多方面的优势，为二号航站楼施工的稳步推进提供了有效的技术支撑。

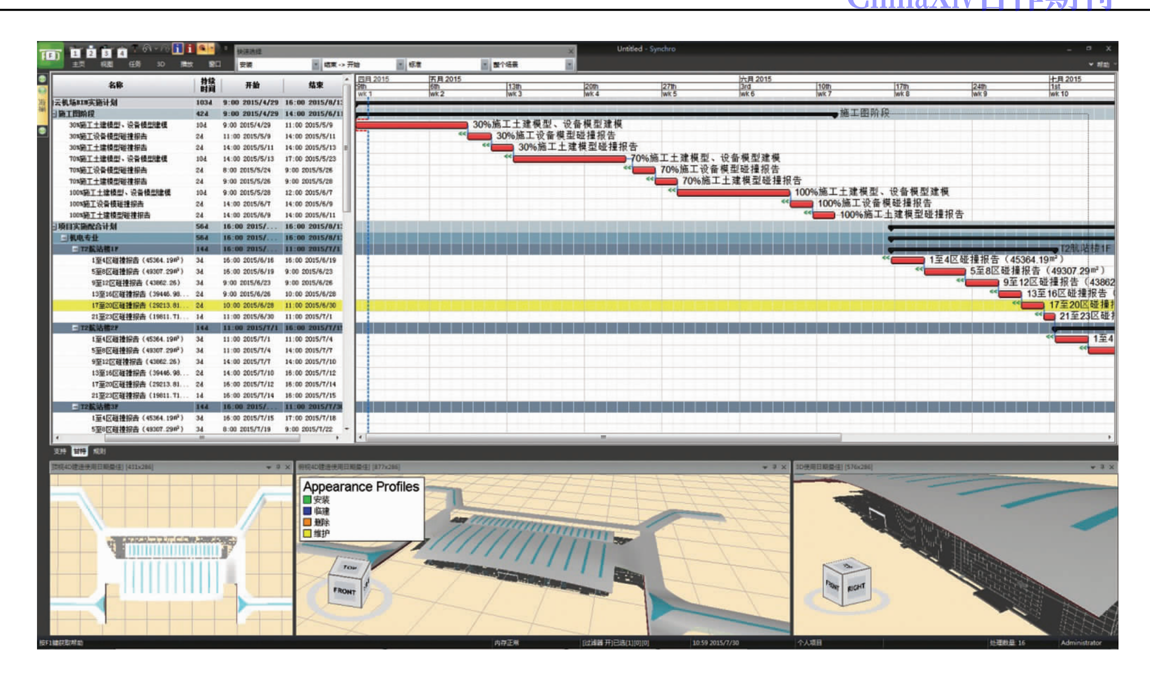


图 12　Synchro 进度模拟界面

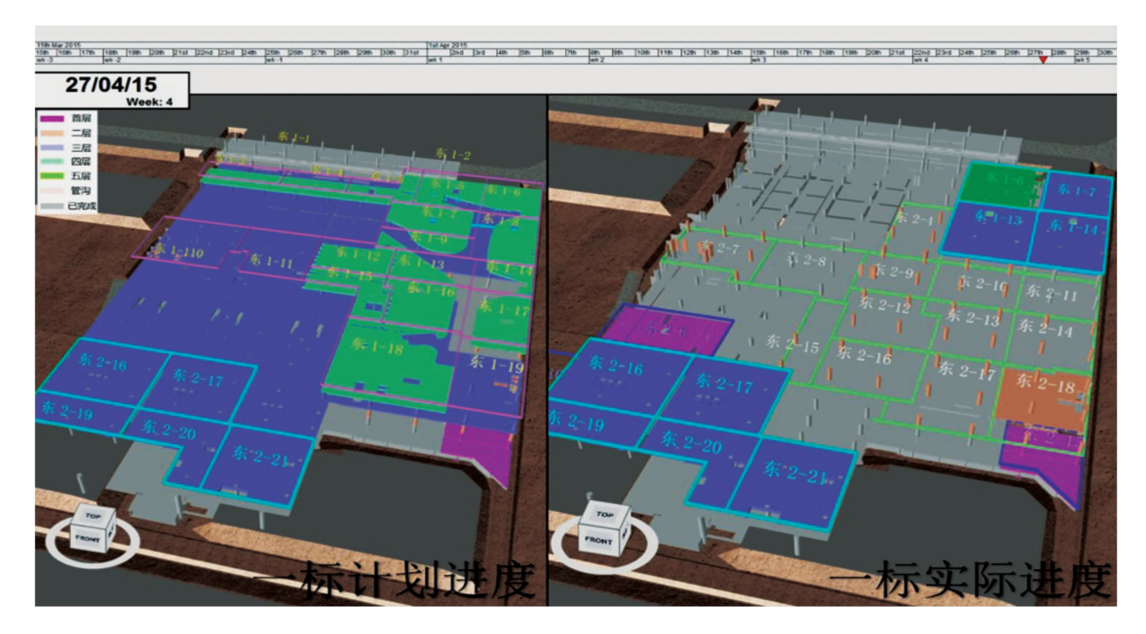


图 13　计划进度与实际进度对比

4.4　可视化工序模拟与节点优化

BIM 模型可以直观地把施工工序交代清楚，本项目对外脚手架、高大支模等危险性较大的作业项目，以及超厚地坪空心板等特殊的工序工艺，利用 BIM 模型对一线施工管理人员和作业班组安全与技术交底，使现场施工人员迅速理解各种空间形态、施工顺序与装配流程，显著提高技术交底的质量与效率。

部分钢管柱节点钢筋众多，施工复杂，涉及土建单位和钢管柱单位的施工配合和工序穿插，通过对节点大样进行建模，发现钢筋无法穿过节点肋板、节点不易施工等问题并及时协调解决。

5　BIM 技术创新

5.1　设计 BIM 模型延伸至施工 BIM 应用

对设计 BIM 模型延伸至施工 BIM 应用，项目团队根据以往项目经验作了系统的策划，从 BIM 模型的组织及拆分、构件信息、BIM 模型扣减关系、施工安装需求、BIM 模型质量等多个方面综合考量，制定项目 BIM 技术标准，避免后续的 BIM 应用出现混乱

现象,为 BIM 模型跨阶段延续使用打下基础。

5.2 针对大体量的 Revit 快捷操作

本项目体量巨大,单层面积达 20 万 m^2,无论是建模操作、模型浏览、专业协调等,都面临极大的困难。为了解决这个难题,项目团队开发了一系列的插件来辅助各种操作。如图 14 所示为"视图导航"插件,通过缩略图快速进行视图定位,方便超大平面的操作;图 15 为批量布图系列插件,实现快速、统一的视图拆分与出图。

5.3 自主开发 Revit 插件与 Synchro 高效结合

本项目的 4D 模拟软件 Synchro 与 Revit 配合效率不高。项目团队专门开发的"向日葵 4D – BIM"工具集(图 16),对 Revit 模型进行批量化和规范化处理,实现 Revit 与 Synchro 的良好配合。

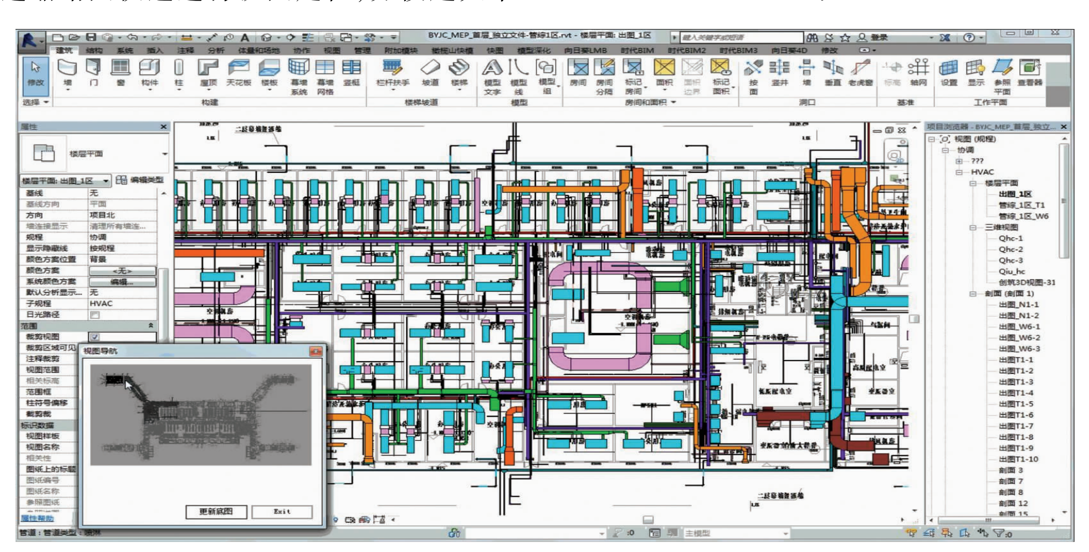


图 14 "视图导航"实现快速视图定位

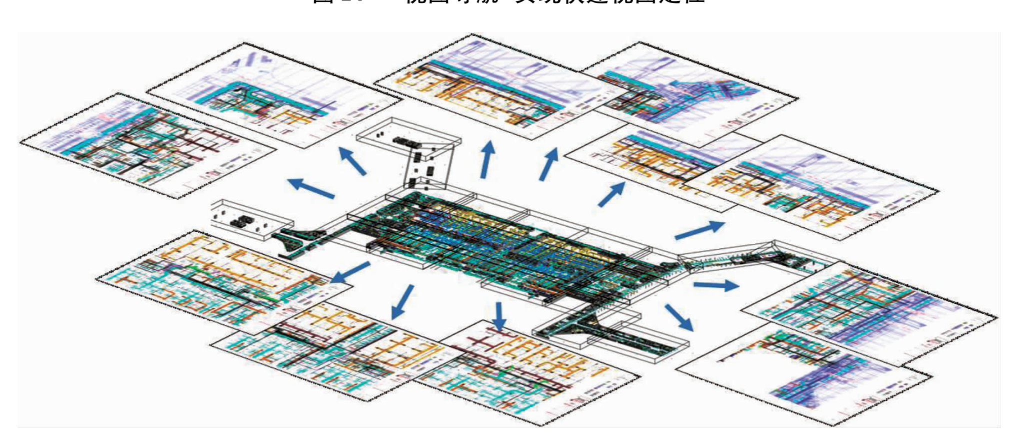


图 15 "批量布图"提高出图效率

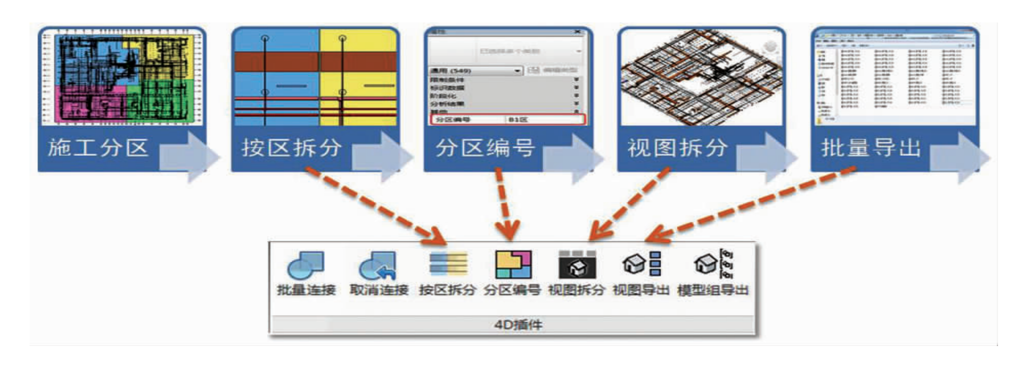


图 16 向日葵 4D – BIM 插件

5.4 多类别模型整合技术

航站楼包含多个专项设计,大多采用专业设计软件进行建模,需通过软件接口转换到 Revit 平台进行整合。对于不同软件平台的模型整合,目前还没有通用的解决方案。项目团队对多类别模型整合进行了一系列的探讨与研究,如 Midas 桁架模型通过插件转换(图 17);Tekla 模型通过设置过滤条件进行轻量化转换;行李系统通过 dwg 格式结合分区拆分进行轻量化导入等,解决了多类别模型的整合难题。

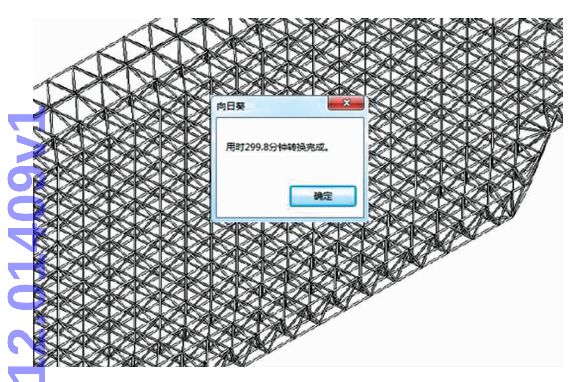


图 17　Midas 桁架模型转换

6　总结

广州白云国际机场扩建工程作为目前我国在建的规模最大的航站楼综合体项目,同时也是我国近期最大的单体建筑之一,在项目设计、施工乃至运维过程中全面应用 BIM 技术,这在行业内是一个意义非凡的具有典型示范性的项目。

BIM 作为工程项目管理和技术手段,覆盖设计与施工组织管理的各个环节,包括协同设计、管线综合优化、深化设计、施工组织、进度管理、成本控制、质量监控等,保证了项目的成功实施,提高了工程建设质量和项目综合管理水平,实现项目全生命周期内的技术和经济指标最优化。

参考文献

[1] 董强,刘林英,李志辉. BIM 技术在机场航站区建设施工中的应用. 建筑技术. 2015,46(12):1118-1121.

[2] 张建平,余芳强,李丁. 面向建筑全生命周期的集成 BIM 建模技术研究[C]. 第三届工程建设计算机应用创新论坛论文集,2011,12(7):12.

BIM Application Technical Focus in Guangzhou Baiyun Airport T2 Terminal and Supporting Facilities Project

Yang Yuanfeng, Xu Zhijian, Rao Jiayi, Xian Congjian, Xu Jiyuan

(*Architectural Design and Research Institute of Guangdong Province*, *Guangzhou* 510010, *China*)

Abstract:Guangzhou Baiyun International Airport expansion project is a very large public transport hub construction, with single building area of 680 thousand square meters, involving over 20 specialties. All kinds of specialized equipment are complex, which raises a highly difficult challenge to the implementation of BIM technology. This project adopted various techniques to overcome the difficulties. BIM, used as project management and technical means, is involved in each link of design and construction management, including the collaborative design, comprehensive optimization, pipeline design, deepening the construction organization, schedule management, cost control, quality control, etc. to ensure the successful implementation of the project, which has improved the quality of the engineering construction and integrated project management level, and achieved optimization of technical and economic indicators during the entire project life cycle.

Key Words:BIM; Revit; Cooperative Design; Project Management